Über die Laven der kleineren Izu-Inseln.

Ein Beitrag zur Petrographie Japans.

Von **Dr. Carl Bacher.**

Von der

K. Technischen Hochschule zu München

zur Erlangung der Würde eines

DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

(DOKTOR-INGENIEURS)

genehmigte Dissertation.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Referent:

Herr **Prof. Dr. M. Weber.**

Korreferent:

Herr **Prof. Geh. Hofrat Dr. K. Oebbeke.**

Tag der Annahme der Dissertation: 12. Februar 1914.

München 1914.

Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Einleitung.

Die japanische Inselwelt wird von vier Inselbogen gebildet, welche sich hier aneinander drängen. Der nördlichste Inselbogen ist der der Kurilen, welcher sich als Fortsetzung des vulkanischen Kettengebirges von Kamtschatka bis Hokkaido fortsetzt. Der südlichste Inselbogen ist der von Kiushiu mit den Liukiu-Inseln, welcher auf Formosa endet. Der restliche Teil Japans, besonders die Hauptinsel Honshiu bildet die beiden mittleren Inselbogen, welche aus einem einzigen großen Inselbogen durch eine von der Fusenobucht an der Westküste quer über die Hauptinsel Honshiu bis Simoda an der Ostküste reichende, gewaltige, hochvulkanische Bruchzone als ein nordjapanischer und ein südjapanischer Bogen entstanden sind.

Diese Bruchzone — die „fossa magna" von Edm. Naumann ([37]) — setzt sich submarin nach Südosten fort und scheint etwa unter 142—145° ö. L. v. G. und etwa 18—15° n. B. im stillen Ozean ihr Ende zu finden.

Die auf dieser Bruchlinie emporgedrungenen Magmamassen haben drei Inselgruppen gebildet, die Marianen, die Bonin-Inseln und die Izu-Inseln.

Wie die Marianen und die Bonin-Inseln aus einigen wenigen grösseren Inseln und einer grösseren Zahl kleinerer Nebeninseln bestehen, so zerfällt auch der Izu-Archipel in eine größere Hauptinsel Ooshima und eine Anzahl kleinerer Nebeninseln, die sogenannten „kleineren Izu-Inseln". Diese sind: Toshima, Udoneshima, Niijima, Shikineshima, Kozushima, Miyakeshima, Mikurajima und Sambondake. (Sambondake ist die Bezeichnung einer Gruppe allerkleinster Inseln, mehr Felsklippen wie Inseln. Solche Felsklippen kommen in diesem Gebiete mehrere vor, ebenso wie der Name „Sambondake" als Name für eine Gruppe solcher Felsklippen für verschiedene solcher Gruppen gebraucht wird. Diese Inselgruppen sind offenbar als die letzten Reste zu Grunde gegangener Vulkane anzusehen. In vorliegender Arbeit ist mit dem Namen „Sambondake" jene Gruppe von Inseln gemeint, welche sich ungefähr 7 km südwestlich von der Insel Miyakeshima befindet.)

Die Mehrzahl der Izu-Inseln ist seit langer Zeit in Ruhe; sie sind zum Teil, z. B. Udoneshima und Sambondake, nur noch die letzten Ruinen zu Grunde gegangener Krater; über Eruptionen in historischer Zeit wissen wir nur von Ooshima und Miyakeshima.

Die Izu-Inseln liegen südlich von Tokio. Die Hauptinsel Ooshima liegt in der Mitte des Meerbusens, welcher von den Halbinseln Izu und Awa gebildet wird. Sie ist von der nächsten Küste (Halbinsel Izu) nur etwa 25 km, von der japanischen Hauptstadt etwa 110 km entfernt. Die übrigen Izu-Inseln, die kleineren, befinden sich so nahe an Ooshima, daß sie von Ooshima aus gesehen werden können.

Bei vorstehender geographischer Schilderung bin ich hauptsächlich Edm. Naumann ([37] [38]), sowie Eduard Suess ([62]) gefolgt.

Obwohl, wie oben gezeigt, die Izu-Inseln durchaus nicht als weltentlegen betrachtet werden können, so wurden sie von europäischen Forschern doch recht wenig besucht. Die Insel Ooshima wurde im Jahre 1877 von Edm. Naumann ([33]) zweimal (Januar und Februar) gelegentlich der damaligen Eruption besucht und geologisch aufgenommen. Eine von dort mitgenommene Gesteinsprobe wurde von genanntem Forscher mikroskopisch, von Korschelt chemisch untersucht. Auf das interessante Resultat dieser Untersuchungen komme ich später zurück. Die übrigen Izu-Inseln hat Naumann nicht betreten. Im Jahre 1887 wurde eine andere Izu-Insel von einem europäischen Forscher betreten, nämlich von O. Warburg ([72]), welcher die Insel Miyakeshima hauptsächlich als Botaniker besuchte. Er brachte von dieser Insel zwei Gesteinsproben mit, welche von J. Petersen ([44]) untersucht wurden. Der erste, welcher die übrigen kleinen Izu-Inseln als Forscher betrat, scheint I. Friedländer ([11]) zu sein. Die von ihm bei seiner Forschungsreise auf diesen Inseln an Ort und Stelle gesammelten Gesteinsproben hat genannter Forscher der mineralogisch-geologischen Sammlung der technischen Hochschule in München überwiesen. Vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit petrographischen Untersuchungen dieser Gesteinsproben.

Bei dieser Gelegenheit sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. Weber für die Überlassung des Gesteinsmaterials, das er von Herrn Dr. I. Friedländer zur Untersuchung erhalten hatte, sowie für das rege Interesse, welches er meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Insel Toshima.

Die Insel Toshima liegt südlich der Hauptinsel Ooshima und ist von dieser Insel nach der japanischen Seekarte ungefähr 18 1/2 km von Küste zu Küste oder 26 km von Gipfel zu Gipfel entfernt. Die Insel ist, wie Friedländer (11) mitteilt, durch Aschenschichten und Basaltlaven aufgebaut. Sie gehört zu den kleineren der kleinen Izu-Inseln und besteht aus einem einzigen Vulkane. Dieser Vulkan hat in neuerer Zeit einen Ausbruch nicht mehr gehabt. Obige Karte stammt von dem Forschungsreisenden I. Friedländer (11) und ist dessen Reiseberichte entnommen. Der Maßstab ist 1 : 100 000.

In der Sammlung Friedländer befinden sich drei Handstücke, welche von dieser Insel stammen. Die eine Probe wurde 60 m vom Gipfel entfernt aufgelesen. Sie zeigt sich makroskopisch als ein poröses, lavaartiges Gestein von schwarzbrauner Farbe. Unter dem Mikroskop fällt zunächst die hyalopilitische Struktur, sowie die schwarzbraune Färbung der Grundmasse auf. Diese wird durch kleine und kleinste skelettartige Erzpartikelchen verursacht. Eingelagert in diese poröse Grundmasse sind zahlreiche kleine Erzkörnchen, nebst kleinen und kleinsten Augiten sowie gröbere Einsprenglinge. Die Einsprenglinge sind Plagioklas, Augit, Olivin und etwas Biotit. In überwiegender Menge ist der Plagioklas als Einsprengling vorhanden. Er erscheint in Kristallen, welche in gut begrenzten Zonen aufgebaut sind. Doch soll der Zonarverband nicht etwa besagen, daß außen kalkärmere Schichten sich angelagert hätten, sondern die Auslöschung ist für die äußeren Partieen dieselbe wie für die innern und nur durch orientierte kleine Erzeinschlüsse wird eine derartige randliche Felderteilung hervorgerufen. Überhaupt sind die sämtlichen Feldspateinsprenglinge mit kleinsten Erzkörnchen durchsetzt. Der Plagioklas wurde als Labrador-Bytownit bestimmt. An Mengenzahl folgen hernach die Augite. Sie sind im allgemeinen viel kleiner und haben meist keine sehr gute kristallographische Begrenzung. Sie zeigen keine deutliche Dispersion und Auslöschung $c : c = 49°$. In großer Menge

ist auch der Olivin vorhanden; doch ist derselbe nicht mehr intakt, sondern zeigt den Beginn von Umwandlung, besonders randlich, in Brauneisen. Der Biotit ist recht spärlich vertreten; er liegt durch den ganzen Schliff nur vereinzelt in kleinen und kleinsten Fetzchen zerstreut. Die chemische Analyse dieser Gesteinsprobe (ausgeführt im chemischen Laboratorium von Prof. Dr. M. Dittrich in Heidelberg) hat folgendes Resultat ergeben (Analyse Nr. 1):

SiO_2	49,91 %
TiO_2	0,87 %
Al_2O_3	18,13 %
Fe_2O_3	3,87 %
FeO	5,48 %
CaO	9,90 %
MgO	6,16 %
K_2O	0,37 %
Na_2O	2,33 %
H_2O unter 110°	0,90 %
H_2O über 110° bis 1300°	1,88 %
CO_2	Spur*)

Aus dieser Analyse ergeben sich nach der Osannschen Berechnungsmethode ([40]) bezw. nach den Kaiserschen Formeln ([24]) hiezu folgende Werte:

$s = 56{,}12 \quad a = 1{,}72 \quad c = 5{,}66 \quad f = 12{,}62 \quad n = 9{,}05$

Nach dieser chemischen Analyse und dem oben geschilderten mikroskopischen Befund muß man das Gestein zu den Olivin führenden Feldspatbasalten stellen.

Die zweite Probe, welche ebenfalls 60 m vom Toshima-Gipfel aufgenommen wurde, erweist sich makroskopisch als ein durch massenhafte kleinste Feldspäte etwas weißlich gefärbtes graubraunes kompaktes Gestein. Unter dem Mikroskop zeigt sich die Grundmasse nicht so porös, wie beim vorhergehenden Schliffe. Sie besteht aus massenhaften Feldspatmikrolithen, äußerst zahlreichen kleinen Augitkörnern, sowie aus graulich trübem Glas mit kleineren und größeren Erzkörnern, welche sich in einzelnen Häufchen konzentriert haben. Die Erzkörner zeigen ausgesprochen

*) Die qualitative Probe ergab nur ganz geringe Spuren von CO_2. Beim Erhitzen des Gesteinspulvers auf 1250° im Platin-Iridiumrohr im Luftstrom wurde dagegen 1,52 % und 1,27 % CO_2 erhalten; dies beweist, daß die CO_2 offenbar im Gestein vorhandenem Kohlenstoff entstammt, welcher im Luftstrom zu CO_2 verbrennt; seine Menge dürfte ungefähr 0,4 % betragen.

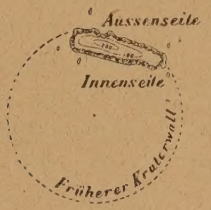
oktaëdrischen Habitus und müssen als Magnetit angesprochen werden. In das Gewirr von Feldspatmikrolithen, Augitkörnern und Erzkörnern sind zahlreiche mittlere und größere Einsprenglinge eingebettet. Sie bestehen aus Plagioklas, Olivin und Augit. Von den Augiten sind die kleinsten bräunlich, die größeren grünlich verfärbt. Sie zeigen keine Dispersion und Auslöschung $c : c = 41^0$. Zum Teil beobachtet man an ihnen Zwillingslamellierung. Die Olivine sind meist randlich corrodiert und mit Erzanhäufungen versehen. Sie erscheinen als die frühere Abscheidung, da sie teilweise in den Augiten eingeschlossen liegen. Die Plagioklase lassen wie im vorhergehenden Schliffe meist einen ausgesprochen zonaren Aufbau und sowohl gleichmäßig als auch willkürlich angeordnete Einschlüsse von Erz und von Glas erkennen. Die vorliegende Probe ist somit, wie die vorhergehende, ein Olivin führender Feldspatbasalt.

Das dritte Handstück, wie die beiden anderen 60 m vom Thosima-Gipfel entfernt aufgesammelt, erweist sich makroskopisch als poröse braune Lava. Unter dem Mikroskop fällt zunächst die poröse, ja geradezu löcherige Struktur der Grundmasse auf. Sie erscheint nur in Form gebogener schmaler Streifen und Bänder zwischen den Hohlräumen. Weiter fällt an der Grundmasse auf, daß das Glas vollständig gleichmäßig mit rotem Eisenoxyd durchtränkt ist. Es ist fast nur Roteisen zu sehen, wohl zurückzuführen auf sekundäre Frittung. Im Gegensatz zu vorstehenden Schliffen enthält die Grundmasse nur recht spärlich kennbare Mikrolithe, sowie Erzkörner, diese von oktaëdrischem Habitus, also wohl Magnetit. Die Mikrolithe bestehen aus Feldspäten. Die großen Einsprenglinge sind Feldspäte, Hypersthene, Augite und Olivine. Die Feldspäte sind Plagioklase, teilweise mit regelmäßig und unregelmäßig angeordneten Schlacken- und Erzeinschlüssen. Der Plagioklas wurde als Bytownit bestimmt. An Mengenzahl folgen dann kleine Hypersthene, welche bedeutend reichlicher vorhanden sind wie Augit. Bei einem Hypersthen bietet ein Schnitt nach der Querfläche den Austritt der optischen Normale; die Auslöschung ist dabei gerade; Absorption γ = grünlich, α = braunrötlich. Monokliner Augit ist in besserer Ausbildung vorhanden, aber viel seltener. Er zeigt schwache Dispersion mit Auslöschung $c : c = 37^0$; teilweise ist er in besonders schönen Zwillingen zu sehen. Olivin tritt gegen Hypersthen zurück, ein Verhalten, wie es bei ganz analogen Gesteinen aus Zentralamerika, Nordamerika, Mexiko, Australien, Java, Sawaii und an vielen anderen Orten beobachtet

wird. (Rosenbusch [49], II 2 p. 1256). Es scheint bei diesem Gestein eine Art von Hypersthenbasalt vorzuliegen.

Bei den drei Gesteinsproben der Insel Toshima handelt es sich somit um Feldspatbasalte mit Olivin bezw. Hypersthen.

Insel Udoneshima.



Die Insel Udoneshima liegt 5—6 km südlich von der Insel Toshima. Sie ist etwa 1000 m lang und weniger wie 500 m breit und nach der Schilderung Friedländers [11], ähnlich wie die Insel Toshima, aus Laven und Lapilli aufgebaut. Die Insel stellt nur noch die letzte Ruine eines alten Kraters dar, der etwa 2—3 km im Durchmesser gemessen haben mag. Wann dieser Krater entstanden ist und wann er bei einem weiteren Ausbruch größtenteils wieder zu Grunde ging, läßt sich nicht feststellen; dürfte wohl in eine längst vergangene Zeitperiode fallen. Die obige Karte ist dem Reisebericht des Forschungsreisenden I. Friedländer [11] entnommen. Ihr Maßstab ist 1 : 100 000. Die Sammlung Friedländer enthält zwei Gesteinsproben von dieser Insel.

Die eine Gesteinsprobe erweist sich makroskopisch als ein graubraunes, körniges und etwas blasiges Gestein mit zahlreichen Einsprenglingen anscheinend von kleinen Feldspäten. Unter dem Mikroskop zeigt sich die Grundmasse als ein Konglomerat von kleinen Augitkörnern, von idiomorphen Feldspatleisten, sowie von kleinen und kleinsten Erzkörnern von oktaëdrischem Habitus. In diese Grundmasse eingebettet und verstreut sind zahlreiche Einsprenglinge. Diese sind Feldspäte, Augite und Olivine. Der Feldspat ist stets Plagioklas; er zeigt leistenförmige Ausbildung, manchmal allerdings ziemlich breit. Er wurde als Labrador-Bytownit bestimmt. Häufig führen die Plagioklase unregelmäßige Einschlüsse von kleinen Erzkörnern, sowie farblose Glaseinschlüsse. An den ziemlich zahlreichen Augiten kann man zum Teil Sanduhrstruktur und schwache Dispersion beobachten. Fast jeder

kleinere Augit, besonders die kleinsten, führen einen Erzeinschluß. Olivin ist reichlich vorhanden; er läßt immer randlich Anreicherung von Magneteisen erkennen. Der Erhaltungszustand der Olivine ist verschieden; sie sind in zwei Generationen anwesend: neben wohlerhaltenen Exemplaren sieht man welche mit Zeichen weitgehender magmatischer Korrosion, worauf die randliche Erzanreicherung hindeutet. Die magmatische Korrosion ist aber nur an den Einsprenglingsindividuen zu beobachten. In der Grundmasse sind die Olivine meist randlich nur bräunlich verfärbt. Auch zeigt der Olivin vielfach rotbraune Farbe, welche wohl durch nachträgliche Frittung zu erklären ist. Ebenso läßt sich die Erscheinung, daß die Spalten vieler Olivine von Brauneisenerz durchzogen sind, auf Frittung zurückführen. Die ebenfalls von Prof. Dr. Dittrich in Heidelberg ausgeführte Analyse ergab folgendes Resultat (Analyse Nr. 2):

SiO_2	50,79 %
TiO_2	1,01 %
Al_2O_3	16,61 %
Fe_2O_3	6,96 %
FeO	3,51 %
CaO	10,03 %
MgO	7,63 %
K_2O	0,52 %
Na_2O	2,58 %
H_2O unter 110°	0,07 %
H_2O über 110° bis 1300°	0,31 %
CO_2	0,19 %

Unter Zugrundelegung der Kaiserschen Formeln ([24]) zur Osannschen Berechnungsmethode ([40]) wurden aus dieser Analyse folgende Werte berechnet:

$s = 54{,}78 \quad a = 1{,}72 \quad c = 4{,}24 \quad f = 14{,}04 \quad n = 8{,}84.$

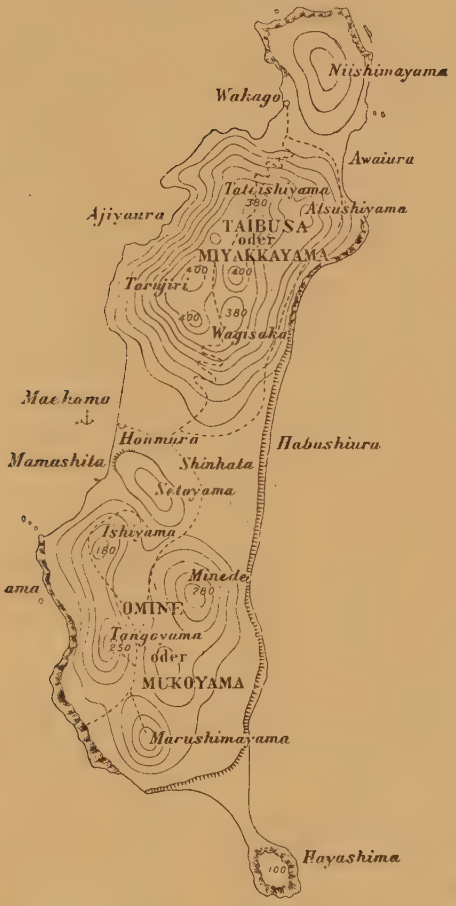
Nach dem mikroskopischen Befund und der chemischen Analyse ist das Gestein den Olivin führenden Feldspatbasalten zuzurechnen.

Die zweite Probe ist ein dichtes, bräunlich gefärbtes Gestein mit kleinsten Feldspateinsprenglingen. Mikroskopischer Befund: Die Grundmasse besteht aus Feldspatleisten, Augitkörnern, Erzkörnern mit vielleicht etwas Glas. Die Erzkörner zeigen oktaëdrischen Habitus, sind Magnetit. Die Einsprenglinge sind Plagioklas und Olivin. Der Augit tritt als Einsprengling nicht

auf, er scheint nur in der Grundmasse vorhanden zu sein. Der Plagioklas zeigt den Typus, den man bei allen vorhergehenden Schliffen konstatieren konnte: mehr oder minder nach Zonen angeordnete Einschlüsse von Grundmasse und Schlacken. Er wurde als Bytownit bestimmt. Die Olivine sind, wie beim vorigen Schliffe, in verschiedenem Erhaltungszustand anwesend. Eine Erscheinung, welche ich im vorigen Schliffe geschildert habe, läßt sich auch hier beobachten. Ich erwähnte dort die Erscheinungen magmatischer Korrosion beim Olivin. Solche Korrosionen kann man auch hier sehen. Nur ist hier das Magneteisen nicht in Form einzelner Fasern, wie beim vorigen Schliff, vorhanden, sondern mehr in Form von Schlingen und Einstülpungen. Auch sieht man vielfach die Spaltrisse der Olivine mit Roteisen erfüllt. Manchmal zeigt das eingedrungene Roteisen die Gestalt der sogenannten Mangandendriten. Vielfach, nicht immer, erweisen sich die Olivine mit Anhäufungen von kleinen Erzkörnchen erfüllt, ebenfalls ein Zeichen beginnender magmatischer Resorption. Aus dem Geschilderten geht hervor, dass dieses Gestein zu den Olivin führenden Feldspatbasalten zu rechnen ist.

Die beiden von Udoneshima stammenden Gesteinsproben sind somit, wie die der Insel Toshima, Feldspatbasalte mit Olivin.

Insel Niishima.



Die südlich von Udoneshima gelegene Insel Niishima gehört zu den grösseren der kleinen Izu-Inseln. Die Ausdehnung beträgt von Nord nach Süd 10—11 km, von Ost nach West 2—3 km. Nach Friedländer, der bei der Schilderung der geologischen Verhältnisse der Insel dem japanischen Geologen N. Fukuchi folgt, ist die Insel aus Liparitlaven, Andesittrümmern und Bimssteintuffen aufgebaut. Vulkankegel sind auf der Insel nicht vorhanden. Obige Karte ist von dem Forschungsreisenden I. Friedländer (11) mit Benützung einer Karte von N. Fukuchi gezeichnet. Maßstab ist 1 : 100 000. Die Sammlung Friedländer enthält von dieser Insel zwei Proben.

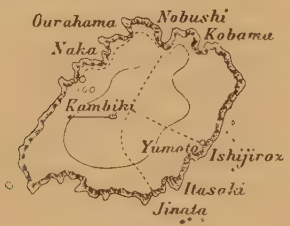
Die eine am Tangoyama aufgelesene Probe zeigt makroskopisch Bimssteinstruktur. Unter dem Mikroskop erscheint die Grundmasse als ein Glas von fluidaler Struktur. Es sind nahezu keine Mikrolithen zu sehen, dagegen zahlreiche Erzkörner, diese von oktaëdrischem Habitus, also wohl Magnetit. Einsprenglinge treten in verschiedener Größe auf. Diese sind: Plagioklas, Quarz, Biotit, ferner Eisenoxyd. Der Quarz läßt die in Ergußgesteinen so häufige Korrosion deutlich erkennen. Vielfach ist er wie zerquetscht und mit Sprüngen durchsetzt. Biotit ist, im Gegensatz zu den bisher besprochenen Schliffen, in besser erhaltenen Exemplaren und mit kolossal starker Absorption zu beobachten. Plagioklas ist reichlicher vorhanden. Er ist gut begrenzt und ist an den Kristallen oft zonarer Aufbau zu sehen. Auch durchziehen sehr häufig feine gelbe Fasern von Eisenoxyd, ferner braunes Glas den ganzen Kristall. Zu bemerken wäre noch, daß vielfach die Feldspäte von aufhellenden Partien der Grundmasse umlagert sind. Diese Stellen machen den Eindruck, als ob hier das Glas zum Teil schon kristallisieren, also eine Entglasung eintreten wollte. Nach diesem Befunde dürfte das Gestein zu den Daciten zu stellen sein.

Die andere von Niishima stammende Probe ist am Ishiyama aufgesammelt und erscheint makroskopisch als Bimsstein. Unter dem Mikroskop beobachtet man als Grundmasse ein perlitisch-bimssteinartiges Glas, in welchem Haufen sehr kleiner opaker Körnchen der fluidalen Struktur folgen. Die Lichtbrechung des Glases ist schwächer wie die des Canadabalsams. Ferner sieht man in der Grundmasse braune opake Blasen, welche mit gleichen Körnchenhaufen erfüllt sind. An größeren Exemplaren dieser Körnchen erkennt man, daß es sich hiebei um Erzanreicherungen und zwar um Magnetitoktaëder handelt. An Einsprenglingen ist dieser Schliff bedeutend ärmer wie der vorhergehende. Die wenigen Einsprenglinge sind: Plagioklas, Quarz und Biotit. Der Quarz zeigt wie im vorigen Schliffe die in Ergußgesteinen häufige Korrosionserscheinung. Analog der vorigen Gesteinsprobe ist auch hier Biotit in besser erhaltenen Stücken zu sehen, wie bei den Schliffen der bisher behandelten Inseln, wo er nur vereinzelt und in Fetzen auftrat. Am Plagioklas dieses Schliffes beobachtet man vielfach wieder den ausgesprochen zonaren Aufbau, den schon die Plagioklase der bisher besprochenen Schliffe erkennen lassen. Zahlreich sind ferner in diesem Schliffe Kristallskelette vorhanden, welche kristallographisch schwer zu

deuten sind. Unter stärkster Vergrösserung lösen sich diese Kristallskelette zum Teil in mit Erzkörnern besetzte Stäbchen und Leistchen auf, oder entpuppen sich als Erz, teilweise als rote Körperchen, somit wohl als Eisenoxydpartikelchen. Auch dieses Gestein ist als Dacit zu bezeichnen.

Beide Gesteinsproben der Insel Niishima erweisen sich somit als Dacite mit vorwiegend glasiger Grundmasse. Der japanische Geologe N. Fukuchi, welcher die Insel Niishima genauer untersucht hat (veröffentlicht als Nr. 39 der Bericht des Earthquake Investigation Committee) erwähnt neun verschiedene Typen von dort vorkommenden Liparitlaven, die sich in zwei Hauptgruppen trennen lassen: die eine enthält Pyroxen, Augit, Enstatit oder Hornblende, die andere Biotit. Wie aus der Beschreibung obiger Schliffe hervorgeht, schließen sich beide Proben aus der Sammlung Friedländer dem letzteren Typus an, sind aber wegen des fehlenden Orthoklasgehaltes zu den Daciten zu zählen.

Insel Shikineshima.



Die Insel Shikineshima liegt 2—3 km südwestlich von Niishima und ist von Nordost nach Südwest 3 km lang bei einer durchschnittlichen Breite von 2 km. Friedländer [11] erwähnt dort als Hauptgesteinsmasse Liparitlava. Daneben kommen auch Bimssteintuffe vor, ferner Schichten, welche aus zertrümmerten Liparitbrocken bestehen. Die das Zentrum der Insel bildende Kambikihöhe besteht aus Liparit mit schöner Fluidalstruktur. Dort kommt auch ein kleiner Gang vor, welcher nach Friedländer [11] erzhaltig zu sein scheint. Obige Karte ist dem Berichte des Forschungsreisenden I. Friedländer [11] entnommen. Der Maßstab ist 1 : 100 000. Von der Insel Shikineshima enthält die Sammlung Friedländer vier Handstücke, von denen

drei aus dem Zentrum der Insel stammen, während das vierte an der Nordküste aufgesammelt wurde.

Das eine Hauptstück, von der Kambikihöhe stammend, erweist sich makroskopisch als graugefärbter Perlit. Auch unter dem Mikroskop tritt die Struktur des Perlits deutlich hervor. Die Grundmasse ist ein gleichmäßiges Glas, welches auf weite Strecken keine Differenzierung zeigt, aber die gebogenen rundlichen Risse der Perlstruktur aufweist. Zahlreiche kleinere Feldspatmikrolithe sind gleichmäßig durch die ganze Grundmasse verstreut. In der Grundmasse liegen eingesprengt: Plagioklas, Quarz und Biotit. Plagioklas ist ziemlich häufig. Er wurde als Labrador-Bytownit bestimmt. Auch Quarz ist reichlich, zum Teil korrodiert, vorhanden. Biotit ist etwas weniger oft und in guter Ausbildung von Querschnitten nach c vorhanden. Parallel zu diesen Biotitstäbchen gerichtet, sind zahlreiche Trichite zu sehen. Zu beobachten ist ferner ein größerer gutbegrenzter Sanidin. Das Gestein stellt sich somit als ein Dacit im Übergang zu Liparit mit perlitischer Struktur dar.

Das zweite von Shikineshima stammende Handstück wurde ebenfalls bei Kambiki im Zentrum der Insel aufgesammelt. Es erscheint makroskopisch als ein lavaartiges Gestein, stellenweise weißlich verfärbt, wahrscheinlich durch Salzsäuredämpfe. Mikroskopischer Befund: Die Grundmasse wird wesentlich gebildet von Häufchen leistenförmiger Gebilde von Licht- und Doppelbrechung des Feldspates und zwar scheint die Lichtbrechung nach allen Richtungen höher wie die des Canadabalsams, so daß es sich wohl um Plagioklas handelt. Nur vereinzelt ist die Lichtbrechung schwächer wie die des Canadabalsams, so daß an Sanidin zu denken wäre. Zur weiteren Bestimmung sind sie zu klein. Ferner beobachtet man radialstrahlige Gebilde (Sphärolithen). Soweit es sich bestimmen ließ, ist der Charakter der Hauptzone dieser Sphärolithen, das heißt die Längsstreckung der Nadeln, positiv. Die Einsprenglinge sind Plagioklas und Quarz. Sämtliche Einsprenglinge sind immer randlich aufgelöst. Auch der Quarz ist in gerundeten, randlich aufgelösten Körnern vorhanden. Plagioklas tritt nur in kleinen und kleinsten Exemplaren auf. Am Rande des Schliffes läßt sich eine scharfbegrenzte und anders gebaute Partie unterscheiden, die scheinbar von einem früheren Erstarrungsakte herrührt. Die Grundmasse ist darin bedeutend feinkörniger, etwa trichitisch. Als Einsprenglinge fungieren nur Plagioklase und tadellos hexagonal begrenzte Biotite. Quarz scheint hier als Einspreng-

ling zu fehlen. Diese Partie ist zum Biotitandesit zu rechnen. Das ganze Gestein ist als Dacit aufzufassen.

Den gleichen Eindruck macht das dritte, ebenfalls aus dem Inneren der Insel (Kambiki) stammende Handstück. Es zeigt sich makroskopisch als ein graues fluidales etwas poröses Gestein mit ganz wenigen hellglänzenden Einsprenglingen. Unter dem Mikroskop erweist sich die Grundmasse als trichitisch mit einzelnen Sphärolithkügelchen, sowie mit einigen Erzkörnern; ferner sind kleine Exemplare von Glimmer und Feldspäten zu sehen. Die Einsprenglinge sind Feldspäte, Quarz und Biotit. An den Quarzkörnern sind in überwiegender Anzahl die Zeichen weitgehender Korrosion zu beobachten. Die Feldspäte sind Plagioklase mit besonders schön entwickeltem zonarem Aufbau. Das Zentrum eines nach dem Periklingesetz verzwillingten Einsprenglings erwies sich mit Auslöschung $\perp$ zu $c = 7^0$ als Andesin, die Schale mit einer Auslöschung von etwa 3^0 als Oligoklas. Das Gestein dürfte zu den Daciten zu stellen sein.

Die vierte Probe stammt von Nobushi an der Nordküste. Sie ist makroskopisch ein weißgraues perlitisches Gestein. Unter dem Mikroskop erweist sich die Struktur als glasig-fluidal. Die glasige Grundmasse ist stellenweise großporöse, vielfach mit perlitischen Rissen. Dazwischen beobachtet man Erzanhäufungen und Mikrolithe, welche zugweise der Parallelstruktur angereichert sind. Die übrige Glasmasse ist fast frei von Erz. Die gesamte Grundmasse bildet einen Mikrolithenfilz mit ziemlich zahlreichen Erzkörnern. An Einsprenglingen werden gesehen: Feldspäte, Quarz und Biotit. Die Feldspäte sind Plagioklas. Sie wurden als zwischen Oligoklas und Andesin stehend bestimmt. Die Quarzkörner sind vielfach korrodiert und sind an den Korrosionsstellen öfter Erzanhäufungen zu beobachten. Auch die anderen Einsprenglinge zeigen häufig gleiche Korrosions- und Resorptionserscheinungen. Biotit ist sehr lang gestreckt, parallel der Fluidalrichtung des Glases. Das Gestein erweist sich somit als ein Dacit.

Sämtliche Gesteinsproben der Insel Shikineshima sind also nach obiger Beschreibung Dacite.

Insel Kozushima.

Die Insel Kozushima liegt südwestlich von der Insel Shikineshima. Sie ist 9 km lang und 4—5 km breit. Die Insel stellt nach der Beschreibung Friedländers [11] einen längst erloschenen Vulkan dar, auf dem mehrere Eruptionszentren noch zu konstatieren sind. Obige Karte ist von I. Friedländer [11] unter Benützung einer Karte des japanischen Geologen T. Kato gezeichnet und wurde dem Reiseberichte dieses Forschers entnommen. Der Maßstab ist 1 : 100 000. Die Sammlung Friedländer enthält vier Handstücke von dieser Insel. Zwei davon stammen vom Tenjoyama, einem der oben erwähnten Eruptionszentren, während die beiden anderen bei Kamanoshita an der Ostküste aufgesammelt wurden. Von Kozushima liegt auch eine Probe vulkanischer Asche vor.

Das eine, vom Gipfel des Tenjoyama stammende Handstück ist ein Bimsstein mit Einsprenglingen. Unter dem Mikroskop erweist sich die Grundmasse als fluidales Glas von schwächerer Lichtbrechung wie die des Canadabalsams. Im Glas sind Stäbchen von Feldspat, zahlreiche Erzkörner, sowie kleine Körner von Quarz vielfach zu sehen. Als Einsprenglinge treten Quarz, Feldspäte

und Biotit auf. Die Feldspäte sind Plagioklas und Orthoklas, ersterer gegen letzteren überwiegend. Der Plagioklas zeigt des öfteren zonaren Aufbau; vielfach sind seine Spaltrisse mit Erz angereichert. Er wurde ziemlich sicher als Andesin bestimmt. Die Quarzkörner sind stark korrodiert und vielfach zertrümmert. In einem Biotit ist ein Zirkoneinschluß zu sehen. Es handelt sich somit bei dieser Probe um ein Liparitglas.

Die zweite, von dem gleichen Orte stammende Probe ist ein leichtes, gelbbraunes, tuffiges Gestein. Unter dem Mikroskop erweist sich die Probe aus Auswürflingen zusammengesetzt, welche teils erzführend, teils erzfrei sind. Die Grundmasse ist porös, mit Auswürflingen durchsetzt, glasig, gelbbraun, mit massenhaften Mikrolithen — an Sideromelan erinnernd. Das Glas der Grundmasse ist stärker lichtbrechend wie Canadabalsam. Im Schliffe fällt die deutliche Abgrenzung mancher sideromelanartiger Lapilli gegen die Hauptsubstanz des Gesteines besonders auf. An Einsprenglingen sind vorhanden: Plagioklas, Quarz, Hypersthen mit hohem Pleochroismus. Das Ganze ist somit ein palagonitischer Hypersthenbasalttuff.

Die von der Insel Kozushima stammende vulkanische Asche stellt sich makroskopisch als ein weiß-hellgrauer, ziemlich schwerer Sand dar. Das Quetschpräparat zeigt unter dem Mikroskop, daß es sich bei dieser Probe um Sande handelt, die wesentlich aus Bimsstein bestehen und welche dazwischen massenhafte Kristallbruchstücke von Quarz, etwas Plagioklas, Orthoklas, Biotit und sehr viel Magnetit enthalten. Das Magneteisen wurde auch mit Hilfe eines Magnets nachgewiesen.

Von der Insel Kozushima stammen in der Sammlung Friedländer noch zwei weitere Proben, welche bei Kamanoshita an der Ostküste aufgesammelt wurden. Die erste von diesen ist ein obsidianartiges Gestein. Unter dem Mikroskop zeigt sich die glasige Grundmasse durch Züge von Erzpartikelchen gestreift. Erst bei gekreuzten Nicols erkennt man, daß auch eine Entglasung vor sich gegangen ist, indem kleinste Mikrolithen wohl von Feldspäten sich gebildet haben. Die Einsprenglinge sind kleine Leistchen wohl von Sanidin, Plagioklas und Biotit, ferner mehrere unregelmäßige Granophyrpartikelchen von perthitartigem Bau. Der Biotit zeigt vielfach eine starke Anreicherung von Erzkörnern am Rande. Zahlreich beobachtet man ferner, durch die gesamte Grundmasse zerstreut, kleine Glimmerstäbchen, welche eine wenig scharfe Umgrenzung zeigen und vielfach durch Ein-

schlüsse getrübt erscheinen. Man wird nicht fehlgehen, wenn man diese Einschlüsse als kleinste Erzpartikelchen ansieht. Plagioklas ist nur in geringer Menge vorhanden; er zeigt oft schöne Zonarstruktur; teilweise sind in ihm regelmäßig und unregelmäßig angeordnete Einschlüsse von Erz und Schlacken zu beobachten. Der Plagioklas wurde als Andesin bestimmt. Sanidine wurden in sicher als solche zu deutenden Exemplaren nicht gefunden. Das Gestein muß nach dem Geschilderten als ein Dacitobsidian aufgefaßt werden.

Die zweite der bei Kamanoshita aufgelesenen Proben stellt sich makroskopisch als ein typischer schwarzer Obsidian mit weißen Feldspateinsprenglingen dar. Unter dem Mikroskop zeigt der Schliff fluidale Struktur. Die Grundmasse besteht aus Glas; dieses ist schwächer lichtbrechend wie Canadabalsam; das Glas ist sehr frisch; es ist fast gar keine Entglasungserscheinung zu sehen. Äußerst spärlich sind in der glasigen Grundmasse Erzkörner zu beobachten. Einsprenglinge sind nur wenige vorhanden; diese sind Plagioklas und Biotit. Sämtliche Einsprenglinge sind stark zerrissen und korrodiert. Der Plagioklas wurde als Andesin bestimmt. Sanidin wurde auch hier nicht gefunden. Das Gestein ist somit ein dem vorigen Gestein ganz ähnlicher Dacitobsidian.

Von den beiden aus dem Zentrum der Insel stammenden Gesteinsproben stellt sich somit die eine als ein Liparitglas dar, während man die andere als Hypersthenbasalttuff anzusehen hat. Dagegen müssen die beiden an der Küste aufgesammelten Gesteinsproben wegen der Abwesenheit von Orthoklas als Dacitobsidiane bezeichnet werden.

Insel Miyakeshima.

Die Insel Miyakeshima liegt 30 km Ost-Süd-Ost von Kozushima, ist ungefähr 9 km lang und 8 km breit. Sie ist, wie die vorgeschilderten Inseln, vulkanischen Ursprungs, hat aber im Gegensatz zu jenen in neuerer Zeit noch Ausbrüche gehabt. Die letzte Eruptionsperiode waren die Jahre 1874—75; doch dauern die Ausbrüche, wenn auch mit verminderter Heftigkeit immer noch an, da auch zurzeit noch immer an verschiedenen Stellen Lava ausbricht. Die Karte stammt aus dem Reiseberichte des Forschungsreisenden I. Friedländer [11]. Genannter Forscher hat sie unter Benützung verschiedener handschriftlicher Karten, welche ihm in Japan zugänglich waren, gezeichnet. Ihr Maßstab ist: 1 : 100 000. Die Sammlung Friedländer enthält von dieser Insel drei Gesteinsproben. Die eine stammt aus dem Innern der Insel, vom Gipfel des Kraters, während die beiden anderen aus dem Norden der Insel stammen und der Lava des Ausbruches von 1875 entnommen sind.

Die am Kratergipfel aufgelesene Probe ist makroskopisch ein dunkles, pechglänzendes, etwas poröses Gestein mit Einsprenglingen von Feldspat. Unter dem Mikroskop erscheint die Grundmasse als ein durch massenhafte Erzmikrolithe bräunlich verfärbtes und getrübtes Glas. Die in dem Glas ausserdem noch auftretenden Feldspatleisten und wenigen kleinen Augitkörner werden durch diese Erzanhäufungen fast vollständig verdeckt. Die Einsprenglinge sind Plagioklas, Erzkörner, etwas Augit und vereinzelt Olivin. Die Feldspäte überwiegen an Zahl ganz bedeutend. Sie zeigen vielfach Einschlüsse der glasigen Grundmasse. Zonarer Aufbau, sowie gute Kristallbegrenzung ist an mehreren Exemplaren sehr schön zu beobachten. Der Plagioklas wurde als Bytownit bestimmt. Verhältnismässig wenig ist Augit vorhanden. Er zeigt die Auslöschung $c : c = 48^0$. Der Olivin tritt nur in ganz vereinzelten Kristallen als Einsprengling auf.

Die von Prof. Dr. M. Dittrich in Heidelberg ausgeführte Analyse ergab folgendes Resultat (Analyse Nr. 3):

SiO_2	54,55 %
TiO_2	1,19 %
Al_2O_3	16,29 %
Fe_2O_3	4,07 %
FeO	8,02 %
CaO	8,91 %
MgO	3,66 %
K_2O	0,32 %
Na_2O	2,44 %
H_2O unter 110°	0,05 %
H_2O über 110° bis 1300°	0,24 %
CO_2	0,24 %

Es ergeben sich daraus nach der Osannschen Berechnungsmethode ([10]) mit Hilfe der Kaiserschen Formeln ([24]) folgende Werte:

$s = 60{,}28 \quad a = 1{,}90 \quad c = 5{,}22 \quad f = 12{,}88 \quad n = 9{,}25.$

Nach dieser chemischen Analyse und nach dem geschilderten mikroskopischen Befund, insbesondere wegen Zurücktreten des Olivins sowie der stark pilotaxitischen Grundsubstanz möchte ich das Gestein als Augitandesit bezeichnen.

Von den beiden Lavaproben des Ausbruchs vom Jahre 1875 ist die eine makroskopisch ein schwarzes wachsglänzendes Gestein von etwas glasiger Ausbildung mit deutlich kenntlichen Ein-

sprenglingen von Feldspat. Unter dem Mikroskop zeigt sich die Grundmasse als ein Glas von verschiedener Färbung, welche zwischen lichtbraun und dunkelbraun schwankt. Die Grundmasse ist so sehr mit Erzkörnern, leistenförmigem Plagioklas sowie rundlichen Augitkörnern durchsetzt, daß das Ganze den Eindruck eines förmlichen Filzes macht. In diesen Filz sind als Einsprenglinge eingebettet: grosse Plagioklase, Augit und Olivin. Der Plagioklas der Einsprenglinge wurde als zwischen Bytownit und Anorthit stehend bestimmt. Die Augite sind in zahlreichen grösseren und kleineren Exemplaren vertreten; sie sind vielfach verzwillingt. Olivin ist nur wenig vorhanden und meist nur in kleineren Exemplaren. Die ebenfalls von Prof. Dr. M. Dittrich in Heidelberg vorgenommene Analyse dieses Gesteins ergab folgendes Resultat (Analyse Nr. 4):

SiO_2	53,35 %
TiO_2	1,18 %
Al_2O_3	15,62 %
Fe_2O_3	4,21 %
FeO	8,12 %
CaO	9,68 %
MgO	4,44 %
K_2O	0,84 %
Na_2O	2,18 %
H_2O unter 110°	0,06 %
H_2O über 110° bis 1300°	0,34 %
CO_2	Spur.

Es wurden aus dieser Analyse nach der Osannschen Berechnungsmethode ([10]) mit den Kaiserschen Formeln ([24]) folgende Werte berechnet:

$s = 58{,}55 \quad a = 1{,}80 \quad c = 4{,}50 \quad f = 13{,}70 \quad n = 7{,}96.$

Nach der chemischen Analyse, sowie nach dem mikroskopischen Befund dürfte das Gestein zu den Olivin führenden Feldspatbasalten zu stellen sein.

Die zweite Probe der Lava von 1875 ist ein Stück einer „Fladenlava“. Unter dem Mikroskop zeigt sich die Grundmasse stark porös und wie beim vorigen Gestein verschieden gefärbt: schwarz bis braun gefärbtes Glas wechselt mit lichter gefärbten Partien ab. Die verschiedene Färbung ist durch wechselnden Gehalt an Eisenerz hervorgerufen. In den lichteren Partien scheint das Erz mehr im Glas gelöst, während in den dunkleren Partien

das Erz in Körnerform als Magnetit-Oktaëder abgeschieden ist. Im letzteren Falle ist die ganze Grundmasse opak durch Erzkörner und daneben kleine Plagioklasleisten. Erwähnenswert sind verschiedene Kristallskelette in der Grundmasse. In manchen solcher Kristallskelette sind Erzanhäufungen zu sehen. Einsprenglinge sind nur verschwindend wenige vorhanden. Diese sind Plagioklas, Hypersthen und Augit. Das Gestein dürfte als Hypersthenbasalt vielleicht in Übergang zu Hypersthenandesit aufzufassen sein.

Wie oben erwähnt, wurde die Insel Miyakeshima im Jahre 1887 von Warburg [72] besucht. Genannter Forscher brachte von dieser Insel zwei Gesteinsproben mit, welche von Petersen [44] im Jahre 1890 untersucht wurden. Das eine Gestein ist nach der von Petersen gelieferten Beschreibung ein Augitandesit ganz ähnlich dem am Kratergipfel von Miyakeshima durch Friedländer aufgesammelten Gestein. Das andere Gestein beschreibt Petersen als ein mattrotbraunes, tonig riechendes Gestein mit zahlreichen Feldspateinsprenglingen. Die Grundmasse zeigt Intersertalstruktur mit Bytownit, Augit, etwas Biotit, Hypersthen und Apatit als Einsprenglingen. Die chemische Analyse ergab als ungewöhnlichen Bestandteil 1,45% Mn O. — Petersen [44] erklärte das Gestein als Manganaugitandesit und gab ihm den Namen: „Mijakit“. Ein Vergleich zeigt, daß keine Gesteinsprobe aus der Sammlung Friedländer diesem Gesteinstypus zuzurechnen ist.

Die Sammlung Friedländer enthält von der Insel Miyakeshima Andesite und Basalt, welche Augit, Olivin und Hypersthen führen.

Inselgruppe Sambondake.

Mit dem Namen Sambondake werden in der japanischen Inselwelt verschiedene Gruppen kleiner und kleinster Inseln sowie Felsklippen zusammengefaßt, z. B. die Inselgruppe südwestlich von Kozushima, dann die Inselgruppe westlich von Miyakeshima und noch andere. In vorliegender Arbeit ist mit Sambondake die 7 km südwestlich von Miyakeshima gelegene Inselgruppe gemeint. Die Sammlung Friedländer enthält ein Handstück, das von dieser Inselgruppe und zwar von Onsharashima stammt. Makroskopisch zeigt sich die Probe als ein helles graues Gestein mit kleinen dunklen und hellen Einsprenglingen.

Unter dem Mikroskop erweist sich die Grundmasse als ziemlich körnig und als aus Feldspatleisten, Erzkörnern und Augit bestehend. Die Erzkörner sind reichlich vorhanden und ziemlich gleichmäßig durch den ganzen Schliff verteilt; sie wurden als Magnetit bestimmt. In dieser Grundmasse liegen als Einsprenglinge: Plagioklas, Erzkörner, Biotit, Olivin, Augit und Hypersthen. Die Plagioklase sind in großen, schön erhaltenen Exemplaren vertreten. Teilweise sind in ihnen Schlacken- und Erzeinschlüsse zu beobachten. Der Plagioklas wurde als Bytownit bestimmt. Biotit ist nur in vereinzelten uud sehr kleinen Exemplaren vorhanden. Augite sind reichlich und in großen, mittleren und kleinen Körnern zu sehen. Die größeren Augite zeigen gelblich-bräunliche Farbe, während die kleineren mehr grünlich verfärbt sind. Hypersthen ist wenig vorhanden. Ebenso ist der Olivin nur spärlich und nur in kleinen Körnern vertreten. Das Gestein ist somit als ein schwach Hypersthen führender Basalt zu bezeichnen.

Insel Mikurashima.

Nach der Schilderung von I. Friedländer [11] ist die Insel Mikurashima von rundlicher Form und nur wenig in der Richtung der Hauptspalte der Fujizone verlängert. Sie besteht aus einem einzigen Andesitkegel. Die vulkanische Tätigkeit der Insel ist seit geraumer Zeit zum Stillstand gekommen. Die Länge der Insel beträgt etwa 5½ km, ihre Breite etwa 4½ km. Obige Karte wurde (im Maßstab von 1 : 100 000) von dem Forschungs-

reisenden I. Friedländer (11), nach einer Karte, welche im Rathaus von Mikura aufbewahrt wird, gezeichnet.

Von dieser Insel enthält die Sammlung Friedländer vier Proben. Sämtliche sind dunkelgraue, dichtkristallinische Gesteine mit und ohne Einsprenglinge.

Das erste Handstück zeigt nur wenige Einsprenglinge in der dunkelgrauen, dichtkristallinischen Grundmasse. Unter dem Mikroskop gewinnt man den Eindruck eines Basaltes. Die Grundmasse besteht aus Feldspatmikrolithen, untermengt mit Erzkörnern und Augitkörnchen. Die Einsprenglinge sind nur in sehr geringer Zahl vorhanden. Sie sind Erzkörner, Plagioklas und Augit. Nach der Anzahl stehen die Erzkörner an erster Stelle; sie sind als Magnetit anzusehen. Augit ist nur sehr wenig vorhanden; er zeigt die Auslöschung $c : c = 43^0$. Die wenigen Plagioklase sind gut umgrenzt; sie zeigen teilweise Schnüre von Glas eingeschlossen und wurden als Bytownit bestimmt. Es handelt sich somit bei diesem Gestein um einen Feldspatbasalt.

Die zweite der vorliegenden Proben ist ein dunkelgraues, dichtes Gestein ohne sichtbare Einsprenglinge. Unter dem Mikroskop zeigt sich die Grundmasse als ein schwer entwirrbarer Mikrolithenfilz mit massenhaften Erzkörnern. Die Mikrolithen bestehen durchweg aus Feldspat. Erwähnenswert ist, daß unter dem Mikroskop Lapillieinschlüsse deutlich zu erkennen sind. Die außer den zahlreichen Erzkörnern nur spärlich auftretenden Einsprenglinge sind wenig Plagioklas und vereinzelt Biotit. Der Plagioklas wurde mit ziemlicher Sicherheit als Anorthit bestimmt. Das Gestein dürfte als Basalt aufzufassen sein.

Die dritte Probe dieser Insel hat grobe Porphyrstruktur. Unter dem Mikroskop zeigt sich die Grundmasse aus Feldspatleistchen, kleinen Olivinen, kleinen Augiten und zahlreichen Erzkörnern bestehend. Die Einsprenglinge sind Plagioklas, Augit, Olivin und Erz. Die Erzkörner sind Magnetit und äußerst zahlreich vorhanden. Die Plagioklase sind in gut begrenzten Exemplaren zu sehen und zeigen teilweise zonaren Aufbau. Vereinzelt sind in ihnen Erzeinschlüsse zu beobachten. Die Plagioklase wurden als zwischen Bytownit und Anorthit stehend bestimmt. Von den farbigen Gemengteilen überwiegt quantitativ Augit den Olivin bedeutend. Augit ist zum Teil gelb-bräunlich, zum Teil gelb-grünlich gefärbt. Seine Auslöschung ist $c : c = 42^0$. Der Olivin zeigt in den Spaltrissen vielfach gelbrote Einschlüsse von Eisenoxyd. Das Gestein ist als Olivin führender Feldspatbasalt zu bezeichnen.

Die vierte Probe hat das Aussehen eines Tuffes. Unter dem Mikroskop sieht man eine dichte Grundmasse aus Feldspatmikrolithen und Erzkörnern bestehend und in der Grundmasse nur äusserst wenig Einsprenglinge von Plagioklas, Augit und Erz. An Zahl überwiegen die Erzkörner; sie zeigen oktaëdrischen Habitus und sind wohl als Magnetit aufzufassen. Die Plagioklase zeigen gute Begrenzung, zum Teil zonaren Aufbau und wurden als Bytownit bestimmt. Die Augite sind nur spärlich vertreten und nur in kleinen Exemplaren zu sehen. Vereinzelt ist ein monokliner Augit mit einem Kern eines rhombischen Augits zu beobachten. Lapilli, gut umgrenzt, meist aus grobkörnigen Plagioklasaggregaten oder Basaltbrocken ohne Einsprenglinge bestehend, sind, wie bei einem anderen Schliffe der gleichen Insel, deutlich zu erkennen. Das Ganze macht unter dem Mikroskop überhaupt den Eindruck einer zusammengebackenen Masse, aus zusammengeschmolzenen Auswürflingen bestehend. Es handelt sich bei diesem Gestein um Feldspatbasalt.

Sämtliche Gesteinsproben der Insel Mikurashima erwiesen sich somit als Basalte.

Zusammenfassung der Resultate.

Die Untersuchung der Gesteine der kleineren Izu-Inseln hat somit das Vorhandensein folgender Gesteine auf diesen Inseln ergeben: feldspatarme und feldspatreiche Basalte, Augit-Andesit, die zwischen diesen stehenden Hypersthenbasalt und Hypersthenandesit, ferner Liparit und Dacit. Auch vulkanische Asche kam einmal zur Untersuchung.

Feldspatarmer Basalt wurde nur auf einer Insel, auf Mikurashima, gefunden. Die feldspatreichen Basalte überwiegen an Zahl der Fundstellen ganz bedeutend. Sie stammen von Toshima, Udoneshima, Kozushima, Miyakeshima, Mikurashima und Sambondake. Zu bemerken ist, daß der Reichtum an Feldspäten bei diesen Basalten ein äußerst großer ist. Das Vorkommen von Basalt auf diesen Inseln bietet nichts Neues, da Basalt von den Inseln und den Küsten des pacifischen Oceans in zahlreichstem Vorkommen gemeldet ist. Abgesehen von den pacifischen Küstenstrichen Nord- und Südamerikas, den australischen Küstengebieten, den Inseln des Sundaarchipels, Japan und Neuseeland kennen wir

Basalte von den Aucklandsinseln durch Hartmann [15], vom Bismarckarchipel durch Lehmann [30] und Sapper [51–54], von den Fidschi-Inseln durch Wichmann [75] und Eakle [8]. Sie sind ferner nachgewiesen im Kaiser-Wilhelm-Land durch Sapper [50 51], auf den Karolinen durch Wichmann [76], sowie auf den Marianen durch Fritz [12]. Oebbeke [39] berichtet von Basalten auf den Palau-Inseln und den Philippinen. Mawson [33] führt Basalt unter den Gesteinen der Neuen Hebriden auf. Ihr Vorkommen auf den Samoa-Inseln ist ferner sichergestellt durch die Untersuchungen von M. Weber [73], Jensen [19], Kaiser [23], Klautzsch [25], Möhle [36] und W. Penck [43]; dann auf den Sandwich-Inseln durch Cohen [3], Dana [5], Kruckenberg [28] und Möhle [36]. Reichliche Literatur hierüber ist zu finden in Rosenbusch [49] II 2. p. 1121 bis 1157. Während die feldspatarmen Basalte keinen Olivin führen, ist er in den feldspatreichen Basalten ziemlich reichlich vorhanden.

Augitandesit wurde auf der Insel Miyakeshima festgestellt. Von dieser Insel wurde schon durch die Untersuchungen von Petersen [44] ein Augitandesit bekannt. Auch die Augitandesite kommen an den Küsten und auf den Inseln des pacifischen Oceans weit verbreitet vor. Abgesehen von den Anden sind sie aus Japan beschrieben von B. Koto [27], aus Neu-Seeland von Hutton [18], aus dem Kaiser-Wilhelms-Land von Sapper [50 51]. Wir kennen sie ferner von den Fidschi-Inseln durch Wichmann [75], von den Marianen durch Kaiser [23], vom Bismarckarchipel und von den Salomon-Inseln durch Lehmann [30] und Sapper [51–54]. Auf den Kommandeur-Inseln sind sie nachgewiesen durch Starzynski [60], auf den Palau-Inseln durch Wichmann [77], auf den Philippinen durch Oebbeke [39]. Ihr Vorkommen ist ferner sichergestellt auf den Molukken durch Schroeder [55 58], sowie auf den Inseln des Sundaarchipels durch Wichmann [79–82]. Petersen [44] berichtet von Augitandesiten auf Hachijo, Sulphur Island und Bonin-Inseln. Stutzer [61] führt Augitandesit unter den Gesteinen der Admiralitätsinseln an, was übrigens von Wichmann [83] angezweifelt wird. Edm. Naumann [38] schildert einen Augitandesit von der Hauptinsel des Izu-Archipels Ooshima.

Die von Edm. Naumann [38] als Augitandesit bezeichnete, auf Ooshima aufgesammelte Gesteinsprobe ist die erste von den Izu-Inseln stammende, welche von europäischen Forschern mikroskopisch und chemisch untersucht wurde. Aus diesem Grunde

und wegen der interessanten Resultate dieser Untersuchungen sei es mir gestattet, hier näher darauf einzugehen. Edm. Naumann[33] schreibt hierüber: „.... ist von compakter Beschaffenheit, lichtbläulich grau gefärbt und von vielen Poren durchsetzt. Weiße bis grauliche glasglänzende Feldspatkristalle liegen in der kompakten Grundmasse ausgeschieden. Viele davon zeichnen sich durch einen deutlichen Farbenschimmer auf gewissen Flächen aus. Andere zeigen die charakteristischen Eigenschaften des Sanidin. Mikroskopisch zeigt es sich zusammengesetzt aus winzingen Leistchen von vorherrschendem Plagioklas und Sanidin, aus Augit und Magneteisen, letzteres in reichlicher Menge. Die Struktur ist rein kristallinisch. Der Plagioklas weist deutliche Zwillingsstreifung auf, doch ist diese mit lebhaften Farbenerscheinungen nicht verbunden. Sanidin erscheint zum Teil in durch die Zwillingsnaht erkennbaren Karlsbader Zwillingen. Der fast farblose Augit kommt in unregelmässig begrenzten Körnern vor. Was die Mikrostruktur der Bestandteile betrifft, so führt der Feldspat mehr oder weniger deutliche Glaseinschlüsse in ziemlicher Menge, enthält auch feine, leistenförmige Kriställchen, die Augit sein dürften."

Korschelt hat das Gestein chemisch untersucht. Er schreibt darüber [E. Naumann [38] pag. 377]: „Die Bauschanalyse ergibt:

SiO_2	52,42 %
Al_2O_3	14,30 %
FeO	13,70 %
MgO	5,38 %
CaO	9,35 %
K_2O	6,28 %
Na_2O	2,02 %
H_2O	0,14 %.

Auffallenderweise ist ein großer Anteil des Gesteins in Salzsäure löslich. Die lösliche Menge beträgt 31,55 %."

E. Naumann fährt dann fort: „Dieses Ergebnis weist der Lava zunächst einen Platz unter den basischen Gesteinen an. Dann ist der hohe Kalkgehalt beachtenswert. Es unterliegt hiernach kaum einem Zweifel, daß der trikline Feldspat Labradorit ist, besonders wenn man Löslichkeit in Säure und das eigentümliche Farbenspiel, welches den makroskopisch ausgeschiedenen Kristallen eigen ist, berücksichtigt. Die sehr beträchtliche Menge von Kali steht im Einklang mit dem reichlichen Vorhandensein

von Sanidin, wie es durch die mikroskopische Untersuchung dargetan wird. Diese letzterwähnte Tatsache spricht gegen die basaltische Natur und verdient der Mangel an Olivin in dieser Hinsicht gleichfalls alle Beachtung. Die Laven von Ooshima sind demnach als Augitandesite zu betrachten. Interessant ist es, daß die javanischen Andesite, wie das eben beschriebene Gestein, sich gleichfalls durch den Reichtum an Sanidin kennzeichnen."

Zu vorstehender Schilderung des Gesteins von Ooshima möchte ich bemerken, daß man nach der neueren petrographischen Systematik das Gestein wegen des mikroskopischen Nachweises von reichlich Sanidin, sowie des hohen Alkali- besonders Kaligehaltes wegen nicht zu den Augitandesiten, wie Naumann meinte, sondern zu den Trachydoleriten zu stellen hat. Trachydolerite kommen ja, wie M. Weber ([73]), Wichmann ([26 78]) und andere nachwiesen, auf den Inseln des pacifischen Oceans in einiger Verbreitung vor. Der hohe Gehalt an Kali beim Naumannschen Gestein von Ooshima ist an und für sich nichts besonderes. Denn durch die Untersuchungen von Jensen (auf Neu-Seeland), dann von M. Weber ([73]) (zur Petrographie der Samoa-Inseln) gehören die Inseln des pacifischen Oceans nicht alle schlankweg zum pacifischen Typus, wie Becke meinte, sondern zeigen vielfach Vorkommen, die der Alkalireihe, resp. der atlantischen Provinz im Sinne Beckes angehören. So auffallend dieses Vorkommen eines Alkaligesteines auf Ooshima ist und so wenig es sich in die beiden konvergierenden Reihen von Mikurashima-Ooshima und Kozushima-Ooshima, von denen die eine wesentlich Dacit und Liparit, die andere wesentlich Andesit und Basalt geliefert haben, eingliedert, so ist doch nach dem chemischen und mikroskopischen Befund schwerlich daran zu zweifeln, daß plötzlich innerhalb einer geographisch pacifischen Reihe ein isoliertes Vorkommen aus der atlantischen Sippe sich einstellt. Es ist das wieder ein Beweis dafür, daß es im Sinne Webers „gemischte Provinzen" gibt und daß weiterhin die Namen: „pacifische und atlantische Sippe" auf Grund der neuen Funde von Weber ([73]), Daly ([4]), Gagel ([13]), Quensel ([45 46]) und Lacroix ([29]), für die Alkalikalk- resp. Alkalireihe nicht glücklich gewählt sind und vielleicht am besten aufgegeben werden.

Hypersthenbasalt wurde an Gesteinsproben von Toshima, Kozushima und Sambondake festgestellt. Auch Hypersthenbasalt wird an zahlreichen Punkten des pacifischen

Oceans gefunden. So kennen wir Hypersthenbasalte von den Küstenstrichen Nord- und Südamerikas durch die Untersuchungen von Diller [6], Lindgren [31 32], Emons [10], Hague [14] und Iddings [14]. Ferner sind sie nachgewiesen in Australien durch Jensen [20], sowie auf den Inseln des Sunda-Archipels durch Verbeck [66–70] u. s. w.

Hypersthenandesit wurde unter den Gesteinsproben nur einmal gefunden und zwar stammt das Handstück von der Insel Miyakeshima. Auch das Vorkommen von Hypersthenandesit im pacifischen Ocean ist von vielen Orten bekannt. Abgesehen von den südamerikanischen Anden (die Laven des Chimborasso, Cotopaxi, Antisana und anderer Vulkane der Anden bestehen hauptsächlich aus Hypersthenandesit) sind Hypersthenandesite beschrieben von den Küsten Nord- und Südamerikas durch Becker [1] und Mendenhall [34], sowie von Neu-Seeland durch Hutton [18]. Wir kennen sie ferner von Japan durch Törnebohm [64] und Koto [27], sowie von den Inseln des Sunda-Archipels durch Bücking [2] und Verbeek [66–70]. Kaiser [23] erwähnt sie von den Palau-Inseln, Lehmann [30] von Neu-Pommern. Sie sind ferner nachgewiesen auf den Volkano-Inseln durch Wakimizu [71]. Auch durch submarine Vulkanausbrüche wird im Gebiet des pacifischen Oceans an unbekannten Stellen Hypersthenandesit zu Tage gefördert. So wurden an den Küsten der Bonin-Inseln Bimssteinblöcke angeschwemmt, welche Hypersthenandesit als Einsprenglinge enthielten. (Rosenbusch [49] II, 2 pag. 1250).

Liparit wurde ebenfalls nur einmal und zwar von der Insel Kozushima festgestellt. Liparite werden in der näheren und weiteren Umgebung Japans vielfach gefunden, insbesondere werden viele der kleineren japanischen Inseln von den japanischen Geologen als Liparit-Inseln bezeichnet. Auch auf den Hauptinseln des japanischen Reiches ist Liparit durch K. Jimbo [21 22] nachgewiesen. Wenjukoff [74] meldet das Vorkommen von Liparit an den Küsten und auf den Inseln des Ochotsk'ischen Meeres. v. Drasche [7] beschreibt Liparite von den Philippinen. Wir kennen ferner Liparite von Neu-Seeland durch die Untersuchungen von Thomas [63], Park [41 42], Rutley [42], Kolenko [26] und Zirkel [85]. Howitt [16 17] und Smeeth [59] berichten von Lipariten in Australien, Twelvetrees [65] und Petterd [65] von solchen auf Tasmania.

Verhältnismäßig sehr oft wurde unter den Gesteinsproben Dacit gefunden, besonders an Orten, an denen man nach der

Beschreibung der Lokalität durch japanische Geologen Liparit erwartete, so von den Inseln Niishima, Shikineshima und Kozushima. Etwas wesentlich Neues stellt dieser Befund allerdings nicht dar, da auf den Hauptinseln Japans das Vorkommen von Daciten durch B. Koto [27] nachgewiesen ist. Recht häufig ist das Auftreten von Daciten auf den südwestlich von Japan gelegenen Inseln. So kennen wir Dacite von den Molukken durch die Untersuchungen von Schröder [55-58], Verbeck [69-70] und v. Wolff [84]. Rinne [48] führt Dacite unter den Gesteinen von Celebes an. Von Sumatra werden Dacite gemeldet durch die Untersuchungen von Easton [9], Bücking [2], Milch [35], Retgers [47]. Ferner kommt, wie Hutton [18] mitteilt, Dacit auf Neu-Seeland vor. Kaiser [23] beschreibt Dacite von den Marianen, Sapper [53] von den Salomon-Inseln, Lehmann [30] von Neupommern.

Wenn man auf die Frage, wie die Izu-Inseln entstanden sind, eine richtige Antwort geben will, muß zunächst die Gesamttektonik von Japan ins Auge gefaßt werden. Man sieht dann, daß den vier Inselbogen, welche den Archipel von Japan bilden, vier Vulkanzonen entsprechen, welche diese Inselbogen begleiten und größtenteils gebildet haben. Diese sind nach der Bezeichnung japanischer Geologen: die Chishimazone, welche den Kurilen entspricht, die Nasu-Chokai- und Kampuzone, welche dem nordjapanischen Bogen parallel laufen, die Hakusan- und Asozone, welche den südjapanischen Bogen begleiten und endlich die Kirishimazone, welche Kyushu und die Lyukyu-Inseln bildet. Der von E. Naumann mit „fossa magna“ bezeichneten gewaltigen Bruchzone, welche den nordjapanischen Inselbogen von dem südjapanischen trennt, entspricht eine fünfte Vulkanzone — die hochvulkanische Fujizone —, welcher die gewaltigsten und mächtigsten Vulkane unserer Erde angehören.

Letztere Zone ist für vorliegende Frage die wichtigste, da der tektonischen Bruchlinie, welcher die Vulkane der Fujizone aufgesetzt sind, auch die Izu-Inseln ihre Entstehung und ihren geologischen Bau verdanken. Diese Bruchlinie setzt sich nämlich nach Südosten submarin fort und findet erst bei den Bonin-Inseln oder noch weiter südlich bei den Marianen im stillen Ozean ihr Ende. Ihr sind auch die Izu-Inseln aufgesetzt.

Die erste Vulkaninsel, welche die tektonische Bruchlinie der Fujizone in ihrem submarinen Verlauf vom Meeresboden empor-

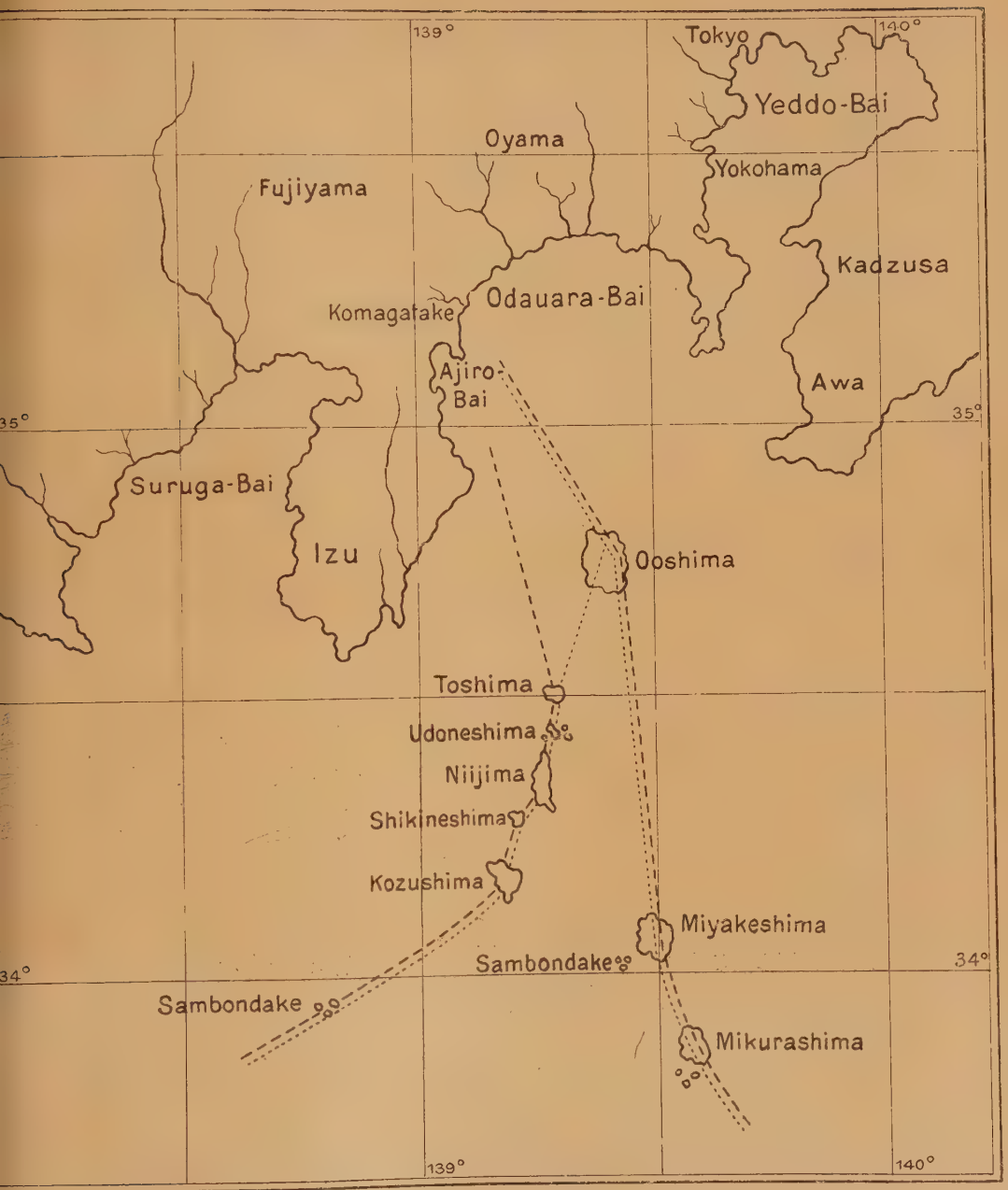
geschoben hat, ist die Hauptinsel der Izugruppe Ooshima. Die übrigen Izu-Inseln, „die kleineren", liegen südlich der Hauptinsel in zwei parallelen Reihen angeordnet und zwar in der westlichen Reihe: Toshima, Udoneshima, Niishima, Shikineshima und Kozushima, in der östlichen Reihe: Miyakeshima und Mikurashima. Es ist klar, daß zwei Reihen von Vulkaninseln nicht einer Bruchlinie entstammen können und daß wir zur Erklärung des Werdens dieser Inseln eine Hauptspalte und eine von ihr abzweigende Nebenspalte annehmen müssen. Daß die Hauptspalte diejenige ist, welcher Miyakeshima und Mikurashima aufgesetzt sind, ist nach meiner Ansicht wohl zweifellos. Dafür spricht außer der geographischen Lage vor allem die Gleichartigkeit der Gesteine. Wo aber die Nebenspalte, welcher die westliche Inselreihe ihre Entstehung verdankt, von der Hauptspalte abzweigt, ist nach meiner Ansicht noch nicht restlos klargelegt.

Japanische Geologen — N. Fukuchi, T. Kato und andere — nehmen an, daß die Abzweigung auf der Hauptinsel Ooshima stattfindet. Dagegen sagt nach Friedländer ([11]) (pag. 49) der japanische Geologe Yamazaki über diese Gabelung: „zu den Inseln von Izu gehört die Gruppe von Niishima, Kozushima u.s.w. im Süden der Hauptinsel Ooshima und ihr am nächsten. Diese Gruppe ist zurzeit ganz untätig. Ich habe die Gesteinsproben gesehen, welche der verstorbene Dr. Kikuchi und der verstorbene Dr. Hirota dort und auf Miyakeshima gesammelt haben. Ich sah, daß dieselben anderer Art sind, als die Gesteine von Ooshima. Ooshima besteht aus Augitandesit von dunkler Farbe mit reichlichem Magnetitgehalt, einem sehr basischen Gestein, während Niishima u. s. w. viele helle Bimssteine, Quarzsand etc. haben und offenbar aus saureren Gesteinen bestehen. Unter diesen Umständen möchte ich lieber sagen, es gibt zwei Linien auf der Fujikette, welche nebeneinander herlaufen. Die eine geht durch Niishima u. s. w. und steht mit den auf der Halbinsel Izu häufigen Quarz-Andesit-Vulkanen in Zusammenhang, während die Erhebungen der anderen Linie Miyakeshima, Ooshima und Hakone auch im Zusammenhang untereinander stehen. Man muß abwarten, ob sich diese Hypothese als richtig erweisen wird."

Wenn ich vorstehende Worte Yamazakis richtig deute, so ist Yamazaki der Ansicht, daß die Abzweigung der Nebenspalte von der Hauptspalte nicht, wie N. Fukuchi, T. Kato und andere annehmen, erst auf Ooshima, sondern schon auf der Halbinsel Izu oder noch weiter rückwärts stattfindet. Weitere

Untersuchungen, besonders an Ort und Stelle, sind notwendig, diese Frage zu entscheiden. In nebenstehender Karte, welche unter Benützung einer Karte von Edm. Naumann ([38]) (Taf. V) gezeichnet ist, sind die Bruchlinien nach beiden Hypothesen eingetragen.

Feststeht zurzeit über diese Bruchlinie nur die Tatsache, daß die Izu-Inseln zwei Spaltenzügen ihre Entstehung verdanken, von denen der eine mehr basische, der andere mehr saure Eruptionsmassen geliefert hat. Dieses erinnert an ein ganz ähnliches Vorkommen im Hegau, wo ebenfalls zwei ziemlich parallel verlaufende Vulkanreihen (Hohenstoffeln-Hohenhöwen westlich, Hohentwiel-Hohenkrähen-Mägdeberg östlich) verschiedene Eruptionsprodukte: Nephelin-Melilith-Basalt und Hauyn-Phonolith zu Tage förderten.



Verlauf der Bruchlinie: ..... nach Fukuchi ---------- nach Yamazaki

Literatur.

1. Geo F. Becker, Reconnaissance of the goldfields of southern Alaska, with some notes on general geology. U. S. geol. Survey. 18te Annual Report part. III. 1. Washington 1898.
2. H. Bücking, Zur Geologie von Nord- und Ost-Sumatra. Sammlungen des geolog. Reichsmuseums zu Leiden. Ser. 1. Bd. VIII. 1. Leiden 1904.
3. E. Cohen, Über Laven von Hawaii etc. N. J. 1880. II. 23.
4. R. A. Daly, Magmatic differentiation in Hawaii. Journ. of Geology XIX. Nr. 4 p. 289—316. 1911.
5. E. S. Dana, Contributions to the petrography of the Sandwich Islands. Amer. Journ. 1889. XXXVIII. 441.
6. J. S. Diller, Fulgurite from Mount Thielson, Oregon. Amer. Journ. 1887. XXVIII. 252—258.
7. R. v. Drasche, Fragmente zu einer Geologie der Insel Luzon. Wien 1878.
8. Arth. S. Eakle, Petrographical notes on some rocks from the Fiji Islands. Proceed. Amer. Acad. of Sc. and Arts 1899. XXXIV. 581.
9. N. W. Easton, Geologisch onderzoek van den omtrek der Brandwijnsbaai. Jaarb. van het Mijnw. in Ned. Oost-Indië 1889. XVIII. 1.
10. A. B. Emmons, Notes on Mount Pitt. Bull. Calif. Acad. Nr. 4. 1885.
11. I. Friedländer, Über einige japanische Vulkane. M. d. D. Ges. f. Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Tokyo, Bd. XII. 1909/1910.
12. Fritz, Reise nach den nördlichen Marianen, M. v. Forschungsreisenden und Gelehrten a. d. Deutsch. Schutzgebieten. 15. 1902. p. 96—118.
13. C. Gagel, Studien über den Aufbau und die Gesteine Madeiras. Z. d. D. G. G. 64. Band 1912.
14. Arn. Hague and J. J. Iddings, Notes on the volcanic rocks of the republic of Salvador. Amer. Journ. 1886. XXXII. Nr. 187. p. 26—30.
15. Max Hartmann, Über Basalte der Aucklands-Inseln. N. J. 1878. 825—830.

16. A. W. Howitt, Notes on the geological structure of North-Gippsland. Geolog. Survey of Victoria. IV. 1877. 75—117. Melbourne and London.
17. A. W. Howitt, Notes on the devonian rocks of North-Gippsland. Geolog. Survey of Victoria. III. 181—249. V. 117—147.
18. F. W. Hutton. On the rocks of the Hauraki goldfields. Proceed. austral. Assoc. f. the adv. of sc. 1888. 245.
19. H. J. Jensen, The geology of Samoa and the eruptions in Savaii. Proceed. Linnean Soc. of New South Wales 1906. XXXI. 641.
20. H. J. Jensen, Geology of the volcanic area of the East Moreton and Wide Bay Districts Queensland. Linnean. Soc. of. New South Wales 1906. pt. I. 73.
21. K. Jimbo, Explanatory text to the geological map of Hokkaido. Tokyo 1890.
22. K. Jimbo, General geological Sketsch of Hokkaido with special reference to the petrography. Hokkaido 1892.
23. Erich Kaiser, Beiträge zur Geologie und Petrographie der deutschen Südsee-Inseln. Jahrb. der Kgl. preuß. geolog. Landesanstalt und Bergakademie. XXIV. Berlin 1904.
24. Erich Kaiser, Zur Osannschen Berechnung der Gesteinsanalysen. Zentralbl. für Min., Geol. und Pal. 1904. p. 338—340.
25. Ad. Klautzsch, Der jüngste Vulkanausbruch auf Sawáii, Samoa. Jahrb. der Kgl. preuß. geolog. Landesanstalt. XXVIII. 169. Berlin 1907.
26. B. Kolenko, Mikroskopische Untersuchung einiger Eruptivgesteine von der Banks-Halbinsel Neu-Seeland. N. J. 1885. I. 1—20.
27. Bundjiro Koto, On some japanese rocks. Q. J. G. S. 1884. 40. 159. 431—457.
28. F. Kruckenberg, Mikrographie der Glasbasalte von Hawaii. Tübingen 1877.
29. A. Lacroix, Roches alcalines de Tahiti. Bull. soc. geol. de France 1910. X.
30. Emil Lehmann, Petrographische Untersuchungen an Eruptivgesteinen von der Insel Neu-Pommern. T. M. P. M. 1908. 3. 181—243.
31. W. Lindgren, Petrographical notes from Baja California, Mexico. Proceed. Cal. Acad. Sc. 1889. (2) II.
32. W. Lindgren, Notes on the geology and petrography of Baja California, Mexico. Proceed. Cal. Acad. Sc. 1890. (2) III. 25.
33. D. Mawson, The geology of the New Hebrides. Proceed. Linnean Soc. of New South Wales 1905. part. 3. 400.

34. Walter C. Mendenhall, Geology of the central Copper River region, Alasca. U. S. geol. Survey. Professional Paper. Nr. 41. Washington 1905.
35. L. Milch, Über Gesteine der Bantak Hochfläche. Z. d. D. G. G. 1899. 51. 62.
36. F. Möhle, Beitrag zur Petrographie der Sandwich- und Samoa-Inseln. N. J. B.-B. XV. 66. 1902.
37. Edm. Naumann, Über den Bau und die Entstehung der japanischen Inseln. Berlin 1885.
38. Edm. Naumann, Die Vulkaninsel Ooshima und ihre jüngste Eruption. Z. d. D. G. G. 29. Bd. 1877. pag. 364—391.
39. K. Oebbeke, Beiträge zur Petrographie der Philippinen und Palau-Inseln. N. J. B.-B. I. 1881. 451.
40. A. Osann, Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine. Min. petr. Mitt. 19. 1900. p. 351 ff.
41. James Park, The geology and veins of the Hauraki goldfields, New Zealand. Auckland 1897.
42. J. Park and F. Rutley. Notes on the rhyolites of the Hauraki goldfields (New Zealand) with chemical analyses by Th. Holland. Q. J. G. S. 1899. 55. 449.
43. Walter Penck, Studien am Kilauea (Hawaii). Z. d. Ges. f. Erdkunde. 1912. H. 3. p. 180—203.
44. Johannes Petersen, Beiträge zur Petrographie von Sulphur Island, Peel Island, Hachijo und Miyakeshima. Jahrb. der Hamburgischen wiss. Anstalt. VIII. 1890. 43—54.
45. Quensel, Geologisch-petrographische Studien in der patagonischen Cordillere. Bull. geolog. Inst. Upsala. XI. 1911.
46. Quensel, Die Geologie der Juan Fernandez-Inseln. Bull. geolog. Inst. Upsala. XI. 1912.
47. J.W. Retgers, Mikroskopisch onderzoek van gesteenten uit Nederlandsch Oost-Indië. Jaarb. van het Mijn. in Ned. Oost-Indië 1895.
48. Fr. Rinne, Beitrag zur Petrographie der Minahassa in Nord-Celebes. S. B. A. 1900. XXIV. 474.
49. H. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. 1908.
50. Sapper, „Einige Bemerkungen zu den Karten“ und „Geologische Verhältnisse“ zu G. Friederici: „in das Hinterland der Nordküste des Kaiser-Wilhelms-Landes (Neuguinea). Peterm. Mitt. 56. 1910. II. 4. 182—186.
51. Sapper, Zur Kenntnis Neu-Pommerns und des Kaiser-Wilhelms-Landes. Peterm. Mitt. 56. 1910. IV. 189—193. V. 255—256.

52. Sapper, Neu-Mecklenburg, Land und Leute. M. d. Ver. für Erdkunde zu Leipzig 1909 (1910). S. 18—20.
53. Sapper, Eine Durchquerung von Bougainville. M. a. d. Schutzgebieten. 23. 1910. H. 4 p. 206—217.
54. Sapper, Neu-Mecklenburg. Verh. des 17. deutschen Geographentages in Lübeck 1909. pag. 141—168.
55. J. L. C. Schroeder van der Kolk, Beiträge zur Kenntnis der Gesteine aus den Molukken. I. Gesteine von Ambon und den Uliassern. N. J. 1896. I. 152.
56. J. L. C. Schroeder van der Kolk, Mikroskopische Studien über Gesteine aus den Molukken. Sammlungen des geologisch. Reichsmuseums in Leiden. Ser. I. Bd. II. 70. Leiden 1896.
57. J. L. C. Schroeder van der Kolk, Mikroskopische Studien über Gesteine aus den Molukken. Sammlungen des geologisch. Reichsmuseums in Leiden. Ser. I. Bd. VI. 77. Leiden 1899.
58. J. L. C. Schroeder van der Kolk, Mikroskopische Studien über Gesteine aus den Molukken. 2. Gesteine von Serau. Aus: Sammlungen des geolog. Reichsmuseums in Leiden. Ser. I. Bd. VI. Leiden 1899. Jaarb. van het Mijnw. in Ned. Oost-Indië 1899. XXVIII. 1.
59. W. F. Smeeth, A perlitic pitschstone from the Tweed River, New South Wales, with remarks on the so-called perlitic structure in quartz. Journ. and Proceed. Roy. Soc. of New South Wales for 1894. 28. 306.
60. Z. Starzynski, Ein Beitrag zur Kenntnis der pacifischen Andesite und der dieselben bildenden Mineralien. Bull. intern. de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1912. Nr. 7 A. p. 657—681. Krakau 1912.
61. O. Stutzer, Über Gesteine der Insel Lou (Admiralitätsgruppe Südsee). Z. d. D. G. G. M. B. Nr. 8/10. 1910. p. 586—589.
62. Eduard Suess, Das Antlitz der Erde. II. Bd. 1888. p. 217—229.
63. A. P. W. Thomas, Report on the eruption of Taravera and Rotomahana. N. Z. New Zealand 1888.
64. A. E. Törnebohm, Under Vega-Expeditionen insamlade bergarter petrografisk beskrifning. Vega-Exped. Trans. vetensk. Jaktag IV. Stockholm 1884.
65. W. H. Twelvetrees and W. F. Petterd, On the occurence of spherulic felsite on the west coast of Tasmania. Proceed. Roy. Soc. Tasmania 1897.
66. R. D. M. Verbeek, De nieuwe Krater van den Lemougan (Java). Jaarb. van het Mijnwezen in Ned. Oost-Indië 1899. 28. 168.
67. R. D. M. Verbeek, Topographische en geologische beschrijving van Zuid-Sumatra. Jaarb. van het Mijnw. in Ned. Oost-Indië 1881.

68. R. D. M. Verbeek, Topographische en geologische beschrijving van een gedeelte van Sumatra's Westkust. Batavia 1883.
69. R. D. M. Verbeek, Über Pyroxen-Andesite des Niederländisch-Indischen Archipels. N. J. 1885. I. 243.
70. R. D. M. Verbeek, Description géologique de l'île d'Ambon. Jaarboek van het Mijnw. in Nederl. Oost-Indië. XXXIV. Batavia 1905.
71. T. Wakimizu, The ephemeral Volcanic Island in the Iwôjima Group. Publication of the Earthquake Investigation Comittee in foreign languages. Nr. 22. Section C. Art. 1. Tokyo 1908.
72. O. Warburg, Eine Reise nach den Bonin- und Volcano-Inseln. (Verh. der Ges. für Erdkunde Berlin 1891. Bd. XVIII. Nr. 4 und 5. pag. 248—268.)
73. M. Weber, Zur Petrographie der Samoa-Inseln. Aus den Abh. d. K. Bayer. Akad. d. Wiss. II. Kl. XXIV. Bd. II. Abt. München 1909.
74. P. Wenjukoff, Die eutaxitischen Gläser der Liparite. Arbeiten der Ges. der Naturfreunde. St. Petersburg. XXI. 1890. 16.
75. Arth. Wichmann, Ein Beitrag zur Petrographie des Viti-Archipels. T. M. P. M. 1882. V. 1—60.
76. Arth. Wichmann, Basalt von der Insel Ponopé. (Ascension.) Karolinengruppe. N. J. 1875. 658.
77. Arth. Wichmann, Zur geologischen Kenntnis der Palau-Inseln. Journal des Museum Godeffroy 1875. VIII. Hamburg.
78. Arth. Wichmann, Über einige Laven der Insel Ninafou. Journal des Museums Godeffroy 1878. Heft 14. Hamburg.
79. Arth. Wichmann, Gesteine von Timor. Leiden 1882.
80. Arth. Wichmann, Gesteine von Timor. Sammlungen des geologischen Reichsmuseums in Leiden. Nr. 9. Leiden 1884.
81. Arth. Wichmann, Zur Geologie der Insel Salejier. Natuurk. Tijdschrift. 654. Batavia 1895.
82. Arth. Wichmann, Petrographische Studien über den indischen Archipel. Nat. Tijdschrift v. Ned. Indië 1897. 57. 196.
83. Arth. Wichmann, Über den Obsidian von Lou, Admiralitäts-Inseln. Z. d. D. G. G. 1911. M. B. Nr. 1. pag. 77—78.
84. Ferd. v. Wolff, Mikroskopische und chemische Untersuchung einiger Gesteinsproben von Wawani und vom Kap Assal auf Saparnu. Aus: K. Martin, Reisen in den Molukken. Geol. Teil. 2. Lief. Leiden 1902.
85. Ferd. Zirkel, Petrographische Untersuchungen über rhyolithische Gesteine der Taupo-Zone. Wien 1864.